

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

20.07.2004

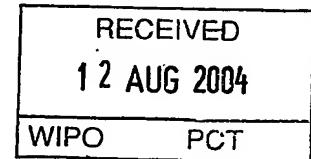
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 4 月 2 2 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 2 7 3 1 3
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 1 2 7 3 1 3]

出 願 人
Applicant(s): 積水化学工業株式会社

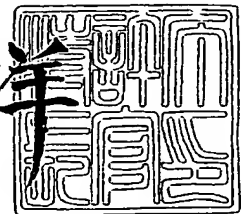


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 7 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願
【整理番号】 P04039
【提出日】 平成16年 4月22日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/00
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都八王子市北野町 5 9 3 - 8 積水化学工業株式会社内
 【氏名】 安西 純一郎
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都八王子市北野町 5 9 3 - 8 積水化学工業株式会社内
 【氏名】 中野 良憲
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都八王子市北野町 5 9 3 - 8 積水化学工業株式会社内
 【氏名】 川崎 真一
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都八王子市北野町 5 9 3 - 8 積水化学工業株式会社内
 【氏名】 中武 純夫
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都八王子市北野町 5 9 3 - 8 積水化学工業株式会社内
 【氏名】 真弓 聡
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都八王子市北野町 5 9 3 - 8 積水化学工業株式会社内
 【氏名】 宮本 栄司
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都八王子市北野町 5 9 3 - 8 積水化学工業株式会社内
 【氏名】 武内 稔公
【特許出願人】
 【識別番号】 000002174
 【氏名又は名称】 積水化学工業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100085556
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 渡辺 昇
【選任した代理人】
 【識別番号】 100115211
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 原田 三十義
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-351283
 【出願日】 平成15年10月 9日
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-351284
 【出願日】 平成15年10月 9日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 009586
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1



【物件名】

要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

処理ガスをプラズマ化空間に通して吹出し、前記プラズマ化空間の外部に配置した被処理物に当て、被処理物をプラズマ処理する装置であって、
一方向に並設された第 1 電極モジュールと第 2 電極モジュールを備え、
これら第 1、第 2 電極モジュールの各々が、これら電極モジュールどうしの並設方向と同方向に並設された複数の電極部材と、これら電極部材を連結して支持する支持部を含み、隣り合う電極部材の間に前記プラズマ化空間となる間隙が形成されており、
第 1 電極モジュールの電極部材のうち第 2 電極モジュール側の端に配置された第 1 端電極部材と、第 2 電極モジュールの電極部材のうち第 1 電極モジュール側の端に配置された第 2 端電極部材とが合わさることによって、1 の合体電極部材が構成され、
前記第 1 電極モジュールの第 1 端電極部材以外の電極部材と、前記合体電極部材と、前記第 2 電極モジュールの第 2 端電極部材以外の電極部材が、互いに等ピッチをなしていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】

前記第 1 端電極部材と第 2 端電極部材ひいては前記合体電極部材が、接地電極であることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】

前記第 1 電極モジュールにおいて、前記第 1 端電極部材が、第 2 電極モジュール側に突出する第 1 厚肉部と、これより薄肉で第 2 電極モジュールとは逆側に引っ込む第 1 薄肉部とを一体に有し、
前記第 2 電極モジュールにおいて、前記第 2 端電極部材が、第 1 電極モジュールとは逆側に引っ込む第 2 薄肉部と、これより厚肉で第 1 電極モジュール側に突出する第 2 厚肉部とを一体に有し、
前記合体電極部材において、前記第 1 厚肉部と第 2 薄肉部が互いに重ね合わされ、前記第 1 薄肉部と第 2 厚肉部が互いに重ね合わされていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】

前記第 1 厚肉部の内部に前記第 1 端電極部材を温調するための流体を通す温調路が形成されていることを特徴とする請求項 3 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記合体電極部材が、前記並設方向と交差する幅方向に沿って複数の部分電極部材に分割され、これら部分電極部材の隣り合うものどうしのうち一方が、前記第 1 電極モジュールの支持部に支持されて前記第 1 端電極部材を構成し、他方が、前記第 2 電極モジュールの支持部に支持されて前記第 2 端電極部材を構成していることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記部分電極部材の内部に温調用の流体を通す温調路が形成されていることを特徴とする請求項 5 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】

前記第 1、第 2 電極モジュールの各電極部材が、前記並設方向と交差する板状をなしており、前記第 1 電極モジュールの第 1 端電極部材以外の板状をなす各電極部材と、板状をなす前記合体電極部材と、前記第 2 電極モジュールの第 2 端電極部材以外の板状をなす各電極部材が、互いに等厚であることを特徴とする請求項 1～6 の何れかに記載の表面処理装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】プラズマ処理装置

【技術分野】

【0001】

この発明は、電極間で形成したプラズマを電極間の外部に配置した被処理物に吹付けて表面処理を行なう所謂リモート式のプラズマ処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、特許文献1に記載のリモート式プラズマ処理装置は、垂直をなす電極板を横に複数並設してなるプラズマ処理部を有している。これら電極板のうち1つ置き電極板が高周波電源に接続され、他の1つ置き電極板が接地されている。これにより、隣り合う電極板間にプラズマ化空間が形成されている。このプラズマ化空間に上方から処理ガスが導入され、プラズマ化される。このプラズマ化されたガスが、プラズマ化空間の下端から吹出され、下方に配置された被処理物に当てられる。これにより、被処理物のプラズマ表面処理がなされるようになっている。

特許文献2に記載の装置では、電極板の対を含むガス噴出手段が左右に複数並設されている。

【0003】

【特許文献1】特開平5-226258号公報（第1頁）

【特許文献2】特開2003-249492号公報（第5図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上掲特許文献1に記載の装置では、大面積の被処理物に対しては電極板の数が不足に対応できない。逆に、小面積の被処理物では、電極板の数が余ってしまい電力や処理ガスを無駄にしてしまう。特許文献2に記載の装置では、各ガス噴出手段内の電極板ピッチと、隣接するガス噴出手段どうし間の電極板ピッチの関係について明記がない。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記問題点を解決するために、本発明は、処理ガスをプラズマ化空間に通して吹出し、前記プラズマ化空間の外部に配置した被処理物に当て、被処理物をプラズマ処理する装置であって、一方向に並設された第1電極モジュールと第2電極モジュールを備え、これら第1、第2電極モジュールの各々が、これら電極モジュールどうしの並設方向と同方向に並設された複数の電極部材と、これら電極部材を連結して支持する支持部を含み、隣り合う電極部材の間に前記プラズマ化空間となる間隙が形成されており、第1電極モジュールの電極部材のうち第2電極モジュール側の端に配置された第1端電極部材と、第2電極モジュールの電極部材のうち第1電極モジュール側の端に配置された第2端電極部材とが合わさることによって、1の合体電極部材が構成され、前記第1電極モジュールの第1端電極部材以外の電極部材と、前記合体電極部材と、前記第2電極モジュールの第2端電極部材以外の電極部材が、互いに等ピッチをなしていることを特徴とする。この特徴構成によれば、電極モジュールの並設数を調節することにより、被処理物の大きさに柔軟に対応させることができる。しかも、電極モジュールどうしの連結部分に対応する位置でも各電極モジュールに対応する位置と同じピッチで処理でき、表面処理の均一性を確保できる。

【0006】

前記第1端電極部材と第2端電極部材は、互いに同一の極性を有している。しかも、前記第1端電極部材と第2端電極部材ひいては前記合体電極部材は、接地電極であることが望ましい。これによって、漏電を防止できる。

【0007】

本発明の一の好適態様では、前記第1電極モジュールにおいて、前記第1端電極部材が、第2電極モジュール側に突出する第1厚肉部と、これより薄肉で第2電極モジュールと

は逆側に引っ込む第1薄肉部とを一体に有し、前記第2電極モジュールにおいて、前記第2端電極部材が、第1電極モジュールとは逆側に引っ込む第2薄肉部と、これより厚肉で第1電極モジュール側に突出する第2厚肉部とを一体に有し、前記合体電極部材において、前記第1厚肉部と第2薄肉部が互いに重ね合わされ、前記第1薄肉部と第2厚肉部が互いに重ね合わされている。これによって、第1端電極部材と第2端電極部材どうしをしっかりと連結、合体化でき、分離も容易である。

【0008】

この態様において、前記第1端電極部材を温調する場合には、前記第1厚肉部の内部に前記第1端電極部材を温調するための流体を通す温調路が形成されていることが望ましい。これによって、温調路の形成が容易になる。

【0009】

本発明の他の好適態様では、前記合体電極部材が、前記並設方向と交差する幅方向に沿って複数の部分電極部材に分割され、これら部分電極部材の隣り合うものどうしのうち一方が、前記第1電極モジュールの支持部に支持されて前記第1端電極部材を構成し、他方が、前記第2電極モジュールの支持部に支持されて前記第2端電極部材を構成している。これによって、第1端電極部材と第2端電極部材どうしをしっかりと連結できるだけでなく、第1、第2端電極部材の一部分を薄くする必要がなく、剛性を十分に確保でき、撓みを抑えることができる。また、部分電極部材の製造も容易である。

【0010】

前記部分電極部材の内部に温調用の流体を通す温調路を形成するのが好ましい。部分電極部材は薄くする必要がないので、温調路を簡単に形成することができる。

【0011】

前記第1、第2電極モジュールの各電極部材が、前記並設方向と交差する板状をなしており、前記第1電極モジュールの第1端電極部材以外の板状をなす各電極部材と、板状をなす前記合体電極部材と、前記第2電極モジュールの第2端電極部材以外の板状をなす各電極部材が、互いに等厚であることが望ましい。これによって、ピッチを容易かつ確実に等しくすることができる。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、被処理物の大きさに柔軟に対応可能な電極構造を提供することができる。しかも、電極モジュールどうしの連結部分に対応する位置でも各電極モジュールに対応する位置と同じピッチで処理でき、表面処理の均一性を確保できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態を図面にしたがって説明する。

図1～図10は、本発明の第1実施形態に係る常圧プラズマ処理装置Mを示したものである。図1及び図3に示すように、常圧プラズマ処理装置Mは、プラズマ処理ヘッド1（処理部）と、処理ガス供給源2と、電源3と、移動機構4を備えている。プラズマ処理装置M1は、液晶用ガラス基板や半導体ウェハーなどの等の大面積のワークWを被処理物とし、その表面を略常圧下（大気圧近傍下）でプラズマ処理するものである。

なお、本発明における略常圧とは、 $1.013 \times 10^4 \sim 50.663 \times 10^4 \text{ Pa}$ の範囲を言い、圧力調整の容易化や装置構成の簡易化を考慮すると、 $1.333 \times 10^4 \sim 10.664 \times 10^4 \text{ Pa}$ が好ましく、 $9.331 \times 10^4 \sim 10.397 \times 10^4 \text{ Pa}$ がより好ましい。

【0014】

処理ガス供給源2は、1または複数の処理ガス成分を気相や液相で貯えたとともに、液相のものは気化させ、複数成分の場合は適量ずつ混合して、処理目的に応じた処理ガスを生成するようになっている。

【0015】

電界印加手段としての電源3は、処理ヘッド1でのプラズマ形成用の電圧として、例え

ばパルス電圧を出力するようになっている。このパルスの立上がり時間及び／又は立下り時間は、 $10\mu\text{s}$ 以下、パルス継続時間は、 $200\mu\text{s}$ 以下、後記電極間のスリット10aでの電界強度は $1\sim 1000\text{ kV/cm}$ 、周波数は 0.5 kHz 以上であることが望ましい。

なお、電源3は、パルス電圧に限らず、正弦波状の高周波交流電圧を出力するものであってもよく、直流電圧を出力するものであってもよい。

【0016】

移動機構4は、例えばローラコンベア等で構成され、ワークWを前後方向（図1の矢印方向）に搬送するようになっている。図4に示すように、処理ヘッド1が、この移動機構4によるワークWの移動面より上側に位置するようにして、図示しない架台にて支持されている。これによって、ワークWが処理ヘッド1の下方に通され、プラズマ表面処理されるようになっている。なお、ワークWは、往復移動の他、往方向または復方向に1回移動されるだけで処理が完了するようになっていてもよい。勿論、ワークWが位置固定される一方、移動機構4が、処理ヘッド1に接続され、処理ヘッド1を移動させるようになっていてもよい。

【0017】

次に、処理ヘッド1について説明する。

図1において概略的に示すように、処理ヘッド1は、多数（複数）のモジュールユニット1Xを備えている。これらモジュールユニット1Xは、前側（図1において上側）と後側（図1において下側）に2段をなし、各段において左右に複数個並べられ、前後左右に当接するものどうしが、互いに分離可能に連結されている。図3、図4、図8に示すように、各モジュールユニット1Xは、電極モジュール10と、その上側に設置された処理ガス導入部としての整流モジュール20とで構成されている。したがって、処理ヘッド1において、複数の電極モジュール10は、前側と後側に2段をなして左右に並べられ、前後左右に当接するものどうしが、互いに分離可能に連結されている。左右に隣り合う2つの電極モジュール10、10のうち一方を、「第1電極モジュール」とすると、他方が、「第2電極モジュール」となる。

なお、処理ヘッド1の複数の整流モジュール20は、上記電極モジュール10と同様に前側と後側に2段をなして左右に並べられている。

【0018】

図3、図4に示すように、各整流モジュール20は、前後方向（図3の左右方向）に細長く延びるハウジング29と、このハウジング29内に設けられた2枚（複数）の整流板23U、23Lを有している。ハウジング29の上面には、前後一対の受容れポート21が設けられている。処理ガス供給源2からの供給管2aが、各ユニット20ごとに分岐し、各受容れポート21に接続されている。

【0019】

ハウジング29内の2つの整流板23U、23Lは、上下に離間配置されている。これら整流板23U、23Lによって、ハウジング29の内部が、上下3段（複数段）のチャンバー20a、20b、20cに仕切られている。上段のチャンバー20aに、受容れポート21が連なっている。

【0020】

図9に示すように、整流板23U、23Lは、それぞれ多孔板にて構成されている。これら整流板23U、23Lの孔23c、23dを介して上下のチャンバー20a、20b、20cどうしが連通されている。各整流板23U、23Lの孔23c、23dは、例えば $10\text{ mm}\sim 12\text{ mm}$ 間隔で格子点状に整列配置されている。ただし、上段の整流板23Uにおける受容れポート21の真下位置には、孔が設けられていない。これら孔23c、23dは、下側の整流板のものほど小孔になっている。例えば、上段の整流板23Uの孔23cの直径は、 3 mm であり、下段の整流板23Lの孔23dの直径は、 2 mm である。

各整流モジュール20のチャンバー20a、20b、20c及び孔23c、23dによ

って、「整流路」が構成されている。

【0021】

図4に示すように、ハウジング29の底板24の上面には、4つ（複数）の支柱26が設けられている。支柱26は、ハウジング29の全長にわたって前後（図4の紙面と直交する方向）に細長く延び、互いに左右に離れて配置されている。これら支柱26によって下段の整流板23Lが支持されている。また、隣り合う支柱26どうしの間に下段のチャンバー20cが形成されている。すなわち、下段チャンバーが、支柱（隔壁）26によって5つ（複数）に分割されている。各分割チャンバー20cは、前後に細長く延びている。このチャンバー20cが、底板24のガス導入孔24aを介して電極モジュール10の後記電極間スリット10aの上端部に連なっている。1つのチャンバー20cは、隣り合う2つの電極間スリット10aと対応している。すなわち、各整流モジュール20の整流路に複数のスリット10aが分岐するようにして連なっている。

【0022】

処理ガス供給源2からの処理ガスは、供給管2aおよび整流モジュール20の前後一対の受容れポート21を経て、上段チャンバー20aに導入される。そして、整流板23Uの多数の孔23cから中段のチャンバー20bに流れ込む。ここで、各受容れポート21の直下には孔23cが設けられていないため、処理ガスを上段チャンバー20a内の全体に十分に拡散させたうえで、中段チャンバー20bに送ることができる。その後、処理ガスは、整流板23Lの多数の孔23dから下段の各分割チャンバー20cに流れ込む。そこからハウジング底板24の導入孔24aを経て、後記の各電極間スリット10aへ導かれる。

【0023】

次に、処理ヘッド1の電極モジュール10について説明する。

図1及び図2に示すように、電極モジュール10は、左右に一定ピッチPで並べられた例えば11枚の第1、第2電極板11、12（板状の電極部材）と、これら電極板11、12の前後両端に設けられた端壁15（支持部）とを有し、前後に細長く延びている。（なお、図1では、簡略化のために、各電極モジュール10の電極板数を図2～図7の具体構造図より少なく図示してある。）

【0024】

図2及び図3に示すように、電極モジュール10の前後両端の壁15は、それぞれ内壁部材16と、この内壁部材16の外側面にボルト締めされた外壁部材17とを有している。内壁部材16の外側面には、後述する冷媒溜め用の大きな凹部16f（図8）が形成されている。外壁部材17は、この凹部16fを塞ぐ蓋の役目を担っている。外壁部材17は、ステンレス等の金属にて構成されているのに対し、内壁部材16は、樹脂にて構成されている。これは、後記金属ボルト51から金属製外壁部材17に放電が飛ばないようにするためである。内壁部材16の内側面には、後記外側壁以外の電極板数に対応する数の樹脂製の詰めブロック14が設けられている。詰めブロック14は、縦長状をなすとともに、互いに前後に隙間無く並べられている。

【0025】

図2～図4に示すように、電極モジュール10の各電極板11、12は、例えばアルミニウムやステンレス等の導電金属にて構成され、長さ方向を前後に向け、厚さ方向を左右に向け、幅方向を垂直に向けて配置されている。

【0026】

電極板11、12の給電構造について説明する。

図3および図4に示すように、整流モジュール20の前側部には、それを垂直に貫通する給電ピン31が、左右に並んで5本（複数）設けられている。これら給電ピン31の上端部は、ホット線（給電線）3aを介して電源3に接続され、下端部は、1つ置き電極板11にそれぞれ埋め込まれている。同様にして、整流モジュール20の後側部には、接地ピン32が設けられ、その上端部がアース線（接地線）3bを介して接地され、下端部が、他の1つ置き電極板12にそれぞれ埋め込まれている。これによって、1つ置き電極板11、12の給電構造が実現されている。

電極板 11 は、電界印加電極（ホット電極）となり、他の 1 つ置きの電極板 12 は、接地電極（アース電極）となっている。すなわち、図 2、図 4 に示すように、各電極モジュール 10 には、ホット電極を構成する第 1 電極板 11 とアース電極を構成する第 2 電極板 12 が、左右に交互に並べられている。電源 3 からのパルス電圧によって、隣り合う電極板 11, 12 どうし間にパルス電界が形成されるようになっている。

【0027】

各電極モジュール 10 の左右両端には、それぞれアース電極である第 2 電極板 12 が配置されている。この左右両端の電極板 12 によって、電極モジュール 10 の左右の外側壁が構成されている。左端の電極板 12 を他と区別するときは、符号 12 に「L」を添えて表記し、右端の電極板 12 を他と区別するときは、符号 12 に「R」を添えて表記し、左右両端以外の第 2 電極板 12 を他と区別するときは、符号 12 に「M」を添えて表記する。

【0028】

左右に隣り合う 2 つの電極モジュール 10, 10 のうち左側のものを「第 1 電極モジュール」とし、右側のものを「第 2 電極モジュール」とすると、左側の電極モジュール 10 における右端電極板 12 R が、「第 1 端電極部材」となり、右側の電極モジュール 10 における左端電極板 12 L が、「第 2 端電極部材」となる。（勿論、右側の電極モジュール 10 を「第 1 電極モジュール」とし、左側の電極モジュールを「第 2 電極モジュール」とすると、右側の電極モジュール 10 における左端電極板 12 L が、「第 1 端電極部材」となり、左側の電極モジュール 10 における右端電極板 12 R が、「第 2 端電極部材」となる。）

【0029】

電極モジュール 10 における両端以外の 9 枚の電極板 11, 12 M は、互いに等厚の平板状をなしている。これら電極板 11, 12 M の前後方向の長さは、例えば 3000 mm であり、左右方向の厚さは、例えば 9 mm であり、上下方向の幅は、例えば 60 mm である。図 2 に示すように、各電極板 11, 12 M の前後の端面には、詰めブロック 14 が、それぞれ宛てがわれ、金属ボルト 51 にて固定されている。

【0030】

電極モジュール 10 の外側壁を兼ねた両端の電極板 12 L, 12 R は、内側の電極板 11, 12 M より前後に長く延出し、左右両端の詰めブロック 14 と内壁部材 16 の左右端面に宛てがわれるとともに、外壁部材 17 に突き当てられ、ボルト締めされている。

【0031】

図 2～図 5 に示すように、電極板 11, 12 M の両側面には、アルミナ (Al_2O_3) 等からなる固体誘電体の板 13 が、それぞれ宛てがわれている。左端の電極板 12 L の平坦な右側面と、右端の電極板 12 R の平坦な左側面にも、同様の固体誘電体板 13 が、それぞれ宛てがわれている。これら固体誘電体板 13 の厚さは、例えば 1 mm である。なお、板 13 を宛てがうのに代えて、固体誘電体の溶射等で被膜することにしてもよい。

【0032】

図 2、図 4、図 5 に示すように、隣り合う電極板 11, 12 どうしの間（正確にはそれらの固体誘電体板 13 どうしの間）には、狭い一定厚の隙間すなわち電極間スリット 10 a が形成されている。電極間スリット 10 a は、処理ガスを通す通路となるとともに、上記電源 3 から電極板 11 への給電により電界が印加されてグロー放電の起きる放電空間となり、これにより、処理ガスがプラズマ化されるプラズマ化空間となっている。1 つの電極モジュール 10 全体では、10 個の電極間スリット 10 a が形成されている。これら電極間スリット 10 a のピッチ P は、上記電極板 11, 12 のピッチと等しい。

【0033】

図 2、図 5、図 6 に示すように、各電極間スリット 10 a を挟んで対向する 2 枚の固体誘電体板 13 の前側の端部どうし間、及び後側の端部どうし間には、スペーサ 18 が介在されている。これによって、各固体誘電体板 13 が電極板 11, 12 に押し当てられるとともに、電極間スリット 10 a の左右方向の厚さが所定に維持されている。電極間スリッ

ト10aの厚さは、例えば1mmである。

上述したように、各電極間スリット10aの上端部は、整流モジュール20の導入孔24aに連なっている(図8)。

【0034】

図4に示すように、電極モジュール10の下端部には、底板10Lが設けられている。底板10Lは、セラミック等の絶縁材料からなり、電極板11、12Mの下面に宛がわれている。底板10Lには、吹出しスリット10bが複数形成されている。これら吹出しスリット10bは、各々前後に延びるとともに、互いに左右に等ピッチPで並設されている。

【0035】

各吹出しスリット10bの下側部には段差が形成され、そこより上側が幅広になっており、そこに、電極間スリット10aを挟んで対向する2枚の固体誘電体板13、13の下端部が挿入されている。これら2枚の固体誘電体板13、13の間の電極間スリット10aが、吹出しスリット10bの段差より下側部に連なっている。吹出しスリット10bの下端部は、底板10Lの下面に開口し、処理ガスの吹出し口になっている。

【0036】

図1に示すように、処理ヘッド1において、前側の段の全ての電極モジュール10の電極板11、12によって、前段の電極アレイが構成されるとともに、前段の全ての電極モジュール10のスリット10aによって、前段のスリットアレイ100が構成されている。後側の段の全ての電極モジュール10の電極板11、12によって、後段の電極アレイが構成されるとともに、後段の全ての電極モジュール10のスリット10aによって、後段のスリットアレイ100が構成されている。すなわち、処理ヘッド1には、スリットアレイ100が、前後2段設けられている。これらスリットアレイ100は、ワークWの左右幅より長く延在されている。また、各電極モジュール10は、スリットアレイ100の一部を構成している。

【0037】

図1、図5に示すように、前段の電極モジュール10と後段の電極モジュール10は、左右に半ピッチ($P/2$)だけずれている。これによって、前段のスリットアレイ100と後段のスリットアレイ100は、左右に半ピッチ($P/2$)だけずれている。

【0038】

本発明の最も特徴的な部分について説明する。

図1に示すように、前後の各段において左右に隣り合う2つの電極モジュール10における、互いの対向端の電極板12L、12Rどうしは、重なり合い、1つの合体電極板12Xを構成している。合体電極板12Xは、他の電極板11、12Mと等厚になっている。これによって、前後各々のスリットアレイ100のスリットピッチが、2つの電極モジュールの連結部分においても他の部分と等しくなり、スリットアレイ100全体にわたって等ピッチPになっている。同様に、吹出しスリット10bが、左右に隣接する2つの電極モジュール10の連結部分でも等ピッチPになっている。

【0039】

合体電極板12Xの構成を更に詳述する。

図4、図7(a)に示すように、各電極モジュール10の左端の電極板12Lの上側部と下側部は、他の電極板11、12Mより薄肉となり、上下一対の薄肉部12g、12gを構成している。左端電極板12Lの上下方向の中央部は、隣の電極モジュール10に向けて突出する凸状をなし、上記薄肉部12gより厚肉の厚肉部12fを構成している。図2に示すように、これら薄肉部12g及び厚肉部12fは、左端電極板12Lの全長にわたって前後に延びている。厚肉部12fの厚さは、例えば7mmであり、薄肉部12gの厚さは、例えば2mmである。

【0040】

一方、図4、図7(a)に示すように、各電極モジュール10の右端の電極板12Rの上下方向の中央部には、外側面に凹部が形成されている。これにより、右端電極板12R

の上下方向の中央部は、薄肉部 12 h を構成し、上側部と下側部は、薄肉部 12 h より厚肉の厚肉部 12 k を構成している。図 2 に示すように、これら薄肉部 12 h 及び厚肉部 12 k は、右端電極板 12 R の全長にわたって前後に延びている。右端電極板 12 R の薄肉部 12 h の厚さは、例えば 2 mm であり、厚肉部 12 k の厚さは、例えば 7 mm である。

【0041】

左右に隣り合う 2 つの電極モジュール 10、10 のうち左側のものを「第 1 電極モジュール」とし、右側のものを「第 2 電極モジュール」とすると、左側の電極モジュール 10 における右端電極板 12 R の厚肉部 12 k と薄肉部 12 h が、それぞれ「第 1 厚肉部」、「第 1 薄肉部」となり、右側の電極モジュール 10 における左端電極板 12 L の薄肉部 12 g と厚肉部 12 f が、それぞれ「第 2 薄肉部」、「第 2 厚肉部」となる。(勿論、右側の電極モジュール 10 を「第 1 電極モジュール」とし、左側の電極モジュールを「第 2 電極モジュール」とすると、右側の電極モジュール 10 における左端電極板 12 L の厚肉部 12 f と薄肉部 12 g が、それぞれ「第 1 厚肉部」、「第 1 薄肉部」となり、左側の電極モジュール 10 における右端電極板 12 R の薄肉部 12 h と厚肉部 12 k が、それぞれ「第 2 薄肉部」、「第 2 厚肉部」となる。)

【0042】

図 7 (b)、図 8 に示すように、プラズマ処理ヘッド 1 の前後の各段において左右に隣接する 2 つの電極モジュール 10、10 のうち、左側のモジュール 10 の凹状をなす薄肉部 12 h に、右側のモジュール 10 の凸状をなす厚肉部 12 f が嵌め込まれている。また、左側のモジュール 10 の凸状をなす厚肉部 12 k が、右側のモジュール 10 の凹状をなす薄肉部 12 g に嵌め込まれている。このようにして、左側のモジュール 10 の右端電極板 12 R と右側のモジュール 10 の左端電極板 12 L とが重ね合わされ、これら電極板 12 R、12 L によって、真平らな 1 つの合体電極板 12 X が構成されている。合体電極板 12 X は、アース電極を構成している。

【0043】

合体電極板 12 X の厚さは、他の電極板 11、12 M と同じ (9 mm) である。これによって、図 7 (b) に示すように、電極板ピッチが、左右に隣接する 2 つの電極モジュール 10 の連結部分においてもそれ以外の部分と等しい大きさ P (例えば $P = 12 \text{ mm}$) になっている。すなわち、左側のモジュール 10 の電極板 11、12 M と、合体電極板 12 X と、右側のモジュール 10 の電極板 11、12 M が、互いに等ピッチをなしている。これによって、スリットアレイ 100 の全体にわたって、スリット 10 a のピッチが、一定の大きさ P に揃えられている。

【0044】

電極モジュール 10 には、電極板 11、12 の冷却手段 (温調手段) が設けられている。

詳述すると、図 3 および図 4 に示すように、各電極板 11、12 M の内部には、温調路として上下に離れて 3 つ (複数) の冷媒路 10 c、10 d、10 e が形成されている。各冷媒路 10 c ~ 10 e は、電極板 11、12 M の全長にわたって前後に延びている。

【0045】

図 3 に示すように、電極板 11、12 M の前後両端面に宛てがわれた詰めブロック 14 には、上下に離れて 3 つの通路 14 a、14 b、14 c が形成されている。図 5 に示すように、各通路 14 a ~ 14 c は、前後に延びる路部分 14 e と、これと左右に交差する路部分 14 f とを有し、平面視 T 字状をなしている。上段の通路 14 a の路部分 14 e が、対応電極板 11、12 M の上段の冷媒路 10 c に連なり、中段の通路 14 b の路部分 14 e が、中段の冷媒路 10 d に連なり、下段の通路 14 c の路部分 14 e が、下段の冷媒路 10 e に連なっている。

【0046】

なお、図 6 に示すように、電極板 11、12 M の各冷媒路 10 c ~ 10 e と詰めブロック 14 の通路 14 e との連結部分には、円筒状のコネクタブッシュ 65 が設けられている。コネクタブッシュ 65 の外周面と前後両端面との角は、面取りされ、そこに O リング 6

6が設けられている。このリング66は、ボルト51（図3）をねじ込むことによって圧潰されるようになっている。

【0047】

図5に示すように、左右に並べられた詰めブロック14における同一高さの通路14a～14cの左右方向の路部分14fどうしは、互いに左右一直線に連なっている。

【0048】

図4および図5に示すように、各電極モジュール10の左端電極板12Lの厚肉部12fには、冷媒路12bが形成されている。冷媒路12bは、左端電極板12Lのほぼ全長にわたって前後に延びている。この冷媒路12bの前後両端の近傍部分に、左端詰めブロック14の中段通路14bの左右路部分14fが連なっている。

【0049】

図5および図8に示すように、各電極モジュール10において、冷媒路12bの前後両端部は、それぞれ前後の内壁部材16の左側部の通路16bを介して冷媒溜め16fに連なっている。

【0050】

同様に、右端電極板12Rの上側の厚肉部12kには、冷媒路12aが形成され、下側の厚肉部12kには、冷媒路12cが形成されている。これら冷媒路12a、12cは、右端電極板12Rのほぼ全長にわたって前後に延びている。上段の冷媒路12aの前後両端の近傍には、右端詰めブロック14の上段通路14aの左右路部分14f（図3）が連なり、下段の冷媒路12cの前後両端の近傍には、下段通路14cの左右路部分14f（図3）が連なっている。各冷媒路12a、12cの前後両端部は、それぞれ前後の内壁部材16の右側部の通路16a、16cを介して冷媒溜め16fに連なっている。

【0051】

図3に示すように、電極モジュール10の前側の内壁部材16の上面には、冷媒溜め16fに連なる冷媒インレットポート61が設けられている。冷媒供給源6から延びる冷媒供給管6aが、冷媒インレットポート61に連なっている。

一方、電極モジュール10の後側の内壁部材16の上面には、冷媒溜め16fに連なる冷媒アウトレットポート62が設けられている。このポート62から冷媒排出管6bが延びている。

【0052】

供給源6からの冷水等の冷媒は、管6aを経て、インレットポート61から前側内壁部材16の冷媒溜め16fに一旦溜められた後、3つの通路16a～16cに分流される。右側の上段通路16aを経た冷媒は、右端電極板12Rの上段冷媒路12aに入り、一部がそのまま後方へ流れるとともに、残りが、前側のブロック上段通路14aに流れ込み、そこから各電極板11、12Mの上段冷媒路10cに分流し、後方へ流れる。また、左側の中段通路16bを経た冷媒は、左端電極板12Lの冷媒路12bに入り、一部がそのまま後方へ流れるとともに、残りが、前側のブロック中段通路14bに流れ込み、そこから各電極板11、12Mの中段冷媒路10dに分流し、後方へ流れる。さらに、右側の下段通路16cを経た冷媒は、右端電極板12Rの下段冷媒路12cに入り、一部がそのまま後方へ流れるとともに、残りが、前側のブロック下段通路14cに流れ込み、そこから各電極板11、12Mの下段冷媒路10eに分流し、後方へ流れる。これによって、電極板11、12を全体的に冷却（温度調節）できるようになっている。

【0053】

各電極板11、12Mの冷媒路10c～10eの後端部に達した冷媒は、それぞれ後側のブロック通路14a～14cを経て、電極板12L、12Rの冷媒路12a～12cの後端部に合流する。そして、後側の内壁通路16a～16cを経て、後側冷媒溜め16fに溜められる。その後、アウトレットポート62から管6bを経て排出されるようになっている。

【0054】

上記構成の常圧プラズマ処理装置MによるワークWの表面処理方法を説明する。

処理ガス供給源 2 からの処理ガスは、処理ヘッド 1 の整流モジュール 20 で整流された後、各電極間スリット 10 a に均一に導入される。これと併行して、電源 3 からのパルス電圧が、電極モジュール 10 の 1 つ置き電極板 11 に印加される。これによって、各電極間スリット 10 a にパルス電界が形成されてグロー放電が起き、処理ガスがプラズマ化（励起・活性化）される。同時に、移動機構 4 によってワーク W が処理ヘッド 1 の下方を前後方向すなわちスリット 10 a と平行方向に通される。このワーク W に各スリット 10 a からプラズマ化された処理ガスが吹き付けられる。これによって、成膜、エッチング、洗浄等の表面処理を行うことができる。

【0055】

1 つの整流路で均一化した処理ガスを複数のスリット 10 a に導くことができ、これらスリット 10 a 内における処理ガス流を互いに均等にすることができ、ひいては、これらスリット 10 a に対応する処理を互いに均等に行なうことができる。

前段と後段のスリットアレイ 100 どうしが、半ピッチだけずれていることによって、図 6 の二点鎖線に示すように、前段のスリットアレイ 100 からの処理ガスによる処理の谷間の部分に、同図の破線に示すように、後段のスリットアレイ 100 からの処理ガスによる処理の山の部分を重ね、前側の山の部分に後側の谷の部分を重ねることができる。この結果、同図の実線に示すように、処理レートを左右方向に均すことができ、処理ムラを抑えることができる。

しかも、スリットアレイ 100 が、左右の電極モジュール 10、10 どうしの連結部分でも所定ピッチ P になっているので、処理の均一性を一層向上することができる。

【0056】

左右幅の大きなワーク W を処理する場合には、モジュールユニット 1 X ひいては電極モジュール 10 を継ぎ足せばよい。これによって、電極板 11、12 及び電極間スリット 10 a の並設数を簡単に増やすことができ、ひいてはスリットアレイ 100 を簡単に長くすることができる。左右幅の小さなワーク W の場合には、一部のモジュールユニット 1 X ひいては電極モジュール 10 を抜き取る。これによって、電極板 11、12 及び電極間スリット 10 a の並設数を簡単に減らすことができ、ひいてはスリットアレイ 100 を簡単に短くすることができる。これによって、ワーク W の大きさに柔軟に対応することができる。

【0057】

左右に隣合う 2 つの電極モジュール 10、10 どうしにおいて、一方の凸状をなす厚肉部 12 f（12 k）を他方の凹状をなす薄肉部 12 h（12 g）に嵌め込むことにより、両者の対向端電極板 12 R、12 L どうしをしっかりと連結、合体化できる。分離の操作も容易である。

端電極板 12 L、12 R は、厚肉部 12 f、12 k を有しているので、この厚肉部 12 f、12 k に冷媒路 12 a～12 c を開穿することができ、冷媒路の確保が容易である。

【0058】

各電極板 11、12 の寸法は、ワーク W の大きさに拘わらず短小にすることができる。したがって、寸法精度の確保が容易になるだけでなく、軽量化を図ることができ、自重、クーロン力、熱応力等による電極板 11、12 の撓み量を小さくできる。なお、左右両端以外の電極板 11、12 には、両側から逆方向のクーロン力が作用し、全体としてクーロン力が相殺されるため、湾曲を一層確実に防止することができる。

【0059】

次に、本発明の他の実施形態を説明する。以下の実施形態において既述の実施形態と同様の構成に関しては、図面に同一符号を付して説明を簡略化する。

図 11 は、第 2 実施形態を示したものである。

図 11（b）に示すように、この実施形態では、左右に隣り合う 2 つの電極モジュール 10 で作る合体電極板 12 X が、上下に 4 つの部分電極板 12 p（すなわち複数の板状をなす部分電極部材）に分割されている。各部分電極板 12 p は、他の電極板 11、12 M と同じ左右方向の厚さを有するとともに、図 11 の紙面と直交する前後方向に延びる角柱

形状をなしている。図11(a)に示すように、これら部分電極板12pのうち上から1段目と3段目のものが、左側の電極モジュール10の右端部に取り付けられ、左側の電極モジュール10の右端電極板12Rを構成し、2段目と4段目のものが、右側の電極モジュール10の左端部に取り付けられ、右側の電極モジュール10の左端電極板12Lを構成している。詳細な図示は省略するが、各部分電極板12pの長手方向の両端部は、対応電極モジュール10の端壁15(図2参照)にそれぞれ連結され、支持されている。

【0060】

左側の電極モジュール10に取り付けられた1段目と3段目の部分電極板12p, 12pと、右側の電極モジュール10に取り付けられた2段目と4段目の部分電極板12p, 12pとが、互いに噛み合わされ、これにより、1つの合体電極板12Xが構成されている。

【0061】

第2実施形態によれば、端電極板12L, 12Rに凹凸を形成する必要が無く、製造が極めて容易であり、平面精度の確保も容易である。これにより、固体誘電体板13に確実に面接触させることができる。しかも、端電極板12L, 12Rを構成する部分電極板12pが、他の電極板11, 12Mと同じ厚さであり、上記第1実施形態の厚肉部12f, 12kより厚くなっており、かつ、薄肉部12g, 12hが無い。したがって、剛性を十分に確保でき、撓みを抑えることができる。これによって、各端電極板12L, 12Rと、それに宛がわれるべき固体誘電体板13との間に隙間が形成されるのを確実に防止できる。この結果、安定したプラズマを得ることができる。更には、スリットアレイ100を、左右の電極モジュール10の連結部分においても確実に所定ピッチPに維持することができ、表面処理の均一性をより向上できる。

また、端電極板12L, 12Rを構成する部分電極板12pの製造が容易で加工工数が少なく、しかも、すべての部分電極板12pを互いに同一形状にすることができる。これによって、部材コストを安価にすることができる。

【0062】

なお、各部分電極板12pには、冷媒路10f(温調路)が形成されている。詳細な図示は省略するが、これら冷媒路10fは、端壁15の冷媒溜め16f(図5参照)にそれぞれ連なっている。また、端電極板12L, 12R以外の電極板11, 12Mの冷媒路10c, 10d, 10eは、冷媒路10fを介さずに冷媒溜め16fに連なっている。

【0063】

図12は、第3実施形態を示したものである。この実施形態では、処理ヘッド1の全体が、平面視時計方向に角度 θ だけ傾けられている。これによって、電極モジュール10の並設方向が、左右方向(ワークWの移動方向と直交する方向)に対し角度 θ だけ傾けられ、電極板11, 12及び電極間スリット10aの長さ方向が、前後方向(ワークWの移動方向)に対し角度 θ だけ傾けられている。

【0064】

傾き角度 θ は、次式が満たされるように設定されている。

$$\theta = \tan^{-1} (n \times P / L) \quad \dots (式1)$$

ここで、Pは、電極板11, 12及び電極間スリット10aのピッチ(例えばP=12mm)であり、Lは、電極間スリット10aの長さ(例えばL=300mm)であり、nは、1以上の整数である。図12の実施形態では、n=1である。これによって、左右に隣り合う2つの電極スリット10aにおいて、左側の電極スリット10aの前端部と、右側の吹出しスリット10bの後端部とが、ワークWの前後移動方向に沿う同一の直線L1上に位置することになる。

なお、電極モジュール10の具体構造は、図2～図9に示す第1実施形態と同様である。勿論、端電極板12L, 12Rを、第1実施形態のものに代えて図11に示す第2実施形態と同様に構成してもよい。前側の段と後側の段は、半ピッチ(P/2)だけ左右にずれているが、必ずしもずれている必要はない。傾き角度 θ は、式1において $n \geq 2$ になるようにしてもよい。平面視時計方向ではなく、反時計方向に傾けることにしてもよい。

【0065】

上記構成において、各電極間スリット10aでプラズマ化された処理ガスが、ワークWに吹付けられる。同時に、移動機構4によってワークWが前後に移動される。この時、ワークWの各ポイントは、電極間スリット10aの真下と、電極板11、12の真下を斜めに横断する。これによって、プラズマガスの曝露量を平均化することができる。しかも、隣接する電極間スリット10aの前後逆側の端部どうしが同一の前後方向直線上に位置しているので、ワークWをひと通り通すと、ワークW上のすべてのポイントにおいてプラズマガス曝露量を等量にすることができる。これによって、ワークWの全体にわたって表面処理を確実に均一に行なうことができ、縞状のムラが出来るのを確実に防止することができる。特に、略常圧環境ではガスが拡散しにくくムラが出来やすいところ、これを効果的に防止することができる。

各電極板11、12は、第1実施形態と同様に、ワークWの大きさに拘わらず短小にでき、湾曲を確実に防止できる。

【0066】

本発明は、前記実施形態に限定されず、種々の形態を採用可能である。

例えば、第1、第2電極モジュールの各電極部材は、平板形状でなくてもよく、円柱形状等であってもよい。

第1電極モジュールの第1端電極部材と第2電極モジュールの第2端電極部材とが、それぞれ全体的に他の電極部材の約半分の厚さになっており、両者を合わせた合体電極部材が、他の電極部材と等厚になるようになっていてもよい。

移動機構4を省き、ワークWが処理ヘッド1に対して位置固定された状態で処理を行うようになっていてもよい。

【0067】

電極モジュール10ひいてはスリットアレイ100は、前後に2段に限られず、1段のみでもよく、3段以上設けることにしてもよい。3段以上の場合、隣り合う段どうしを、スリット10aの並設方向にずらしてもよい。このずれは、ピッチP÷(段の数)とするのが好ましいが、これに限定されるものではない。

処理ヘッド1をワークWの移動方向に対し交差する方向に相對揺動させることにしてもよい。揺動振幅は、例えば電極板11、12及び電極間スリット10aのピッチPの1/2であが、実際には、位置精度や加減速の関係で、揺動振幅をP/2より大きな範囲で最適化するのが望ましい。揺動周期は、移動機構4によるワークWの移動速度に応じて最適化する。具体的には、ワークWが、スリット10aの長さ分の距離だけ移動する時間に、処理ヘッド1が、ちょうど自然数回(望ましくは複数回)揺動するような周期に設定する。前段と後段のモジュールユニット1Xの揺動位相を互いにずらしてもよい。

第3実施形態において、傾斜角度 θ は、必ずしも式1を満たしていなくてもよい。処理条件などに応じて、0度より大きく90度より小さい範囲で適宜設定できる。

【0068】

本発明は、成膜(CVD)、洗浄、エッチング、表面改質、アッシング等の種々の表面処理に遍く適用できる。

処理の圧力条件は、略常圧に限らず、減圧環境でもよい。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】本発明の第1実施形態を示し、常圧プラズマ処理装置の概略構成の平面図である。

【図2】上記装置の各電極モジュールの平面図である。

【図3】図4のIII-III線に沿う、上記装置のモジュールユニットの側面断面図である。

【図4】図3のVI-VI線に沿う、モジュールユニットの正面断面図である。

【図5】図4のV-V線に沿う、前後の段の電極モジュールの平面断面図である。

【図6】上記電極モジュールの電極板と詰めブロックの接合部の詳細を示す平面断面

図である。

【図 7】 (a) は、左右に隣り合う電極モジュールを分離して示す正面断面図であり、(b) は、両電極モジュールを連結状態で示す正面断面図である。

【図 8】 図 5 のVIII-VIII線に沿う、モジュールユニットの正面断面図である。

【図 9】 図 4 のIX-IX線に沿う、モジュールユニットの整流モジュールの平面断面図である。

【図 10】 前段の電極モジュールと後段の電極モジュールによる処理能力を、ワーク上の位置と処理レートで示したグラフである。

【図 11】 本発明の第 2 実施形態を示し、(a) は、左右に隣り合う電極モジュールを分離して示す正面断面図であり、(b) は、両電極モジュールを連結状態で示す正面断面図である。

【図 12】 本発明の第 3 実施形態を示し、常圧プラズマ処理装置の概略構成の平面断面図である。

【符号の説明】

【0070】

M 常圧プラズマ処理装置 (表面処理装置)

W ワーク (被処理物)

1 プラズマ処理ヘッド (処理部)

10 第 1 又は第 2 電極モジュール

10a 電極間スリット (プラズマ化空間となる隙間)

11, 12 電極板 (板状の電極部材)

12L, 12R 端電極板 (第 1 端又は第 2 端電極部材)

12X 合体電極板 (合体電極部材)

12f, 12k 第 1 又は第 2 厚肉部

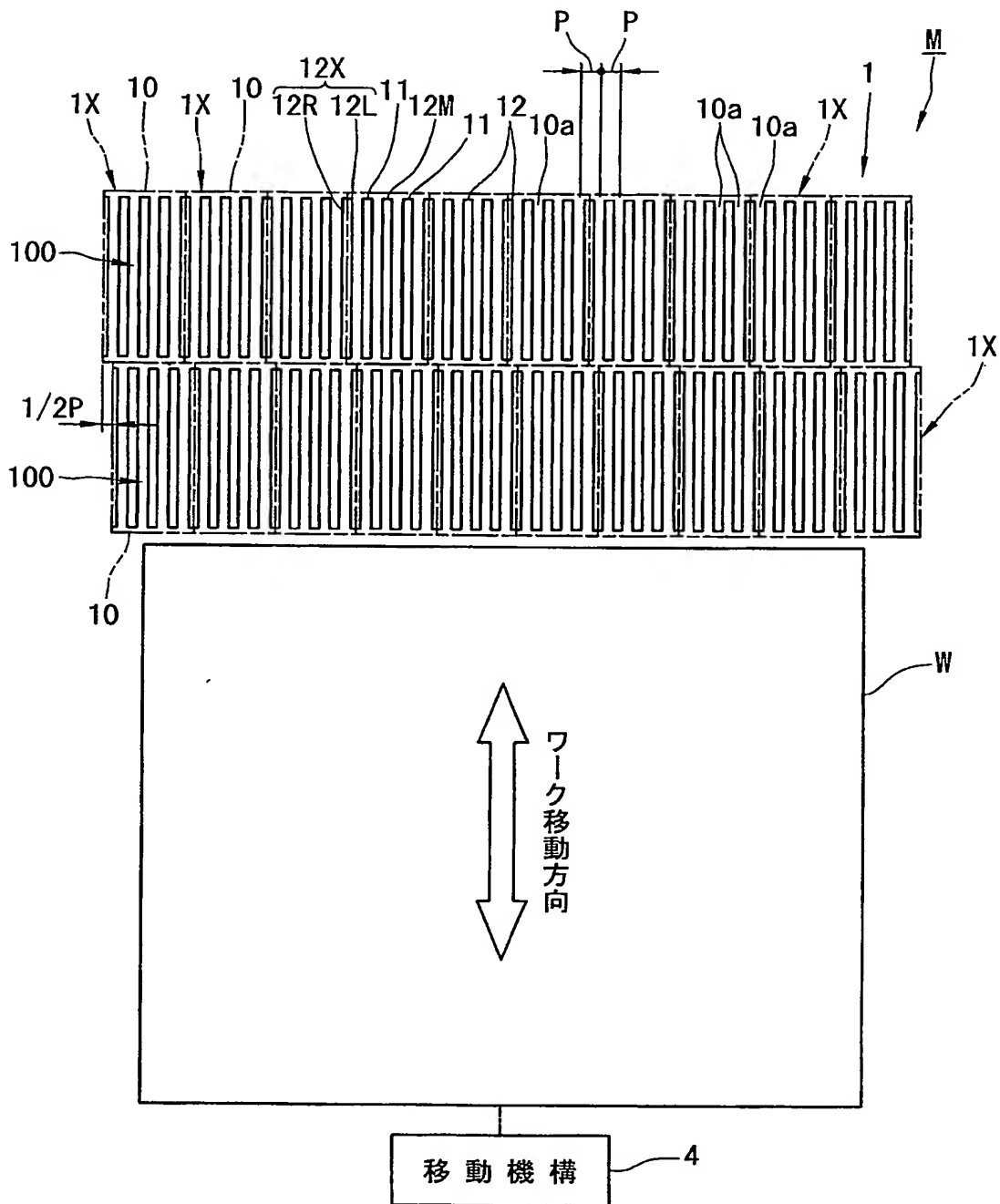
12g, 12h 第 1 又は第 2 薄肉部

12p 部分電極板 (部分電極部材)

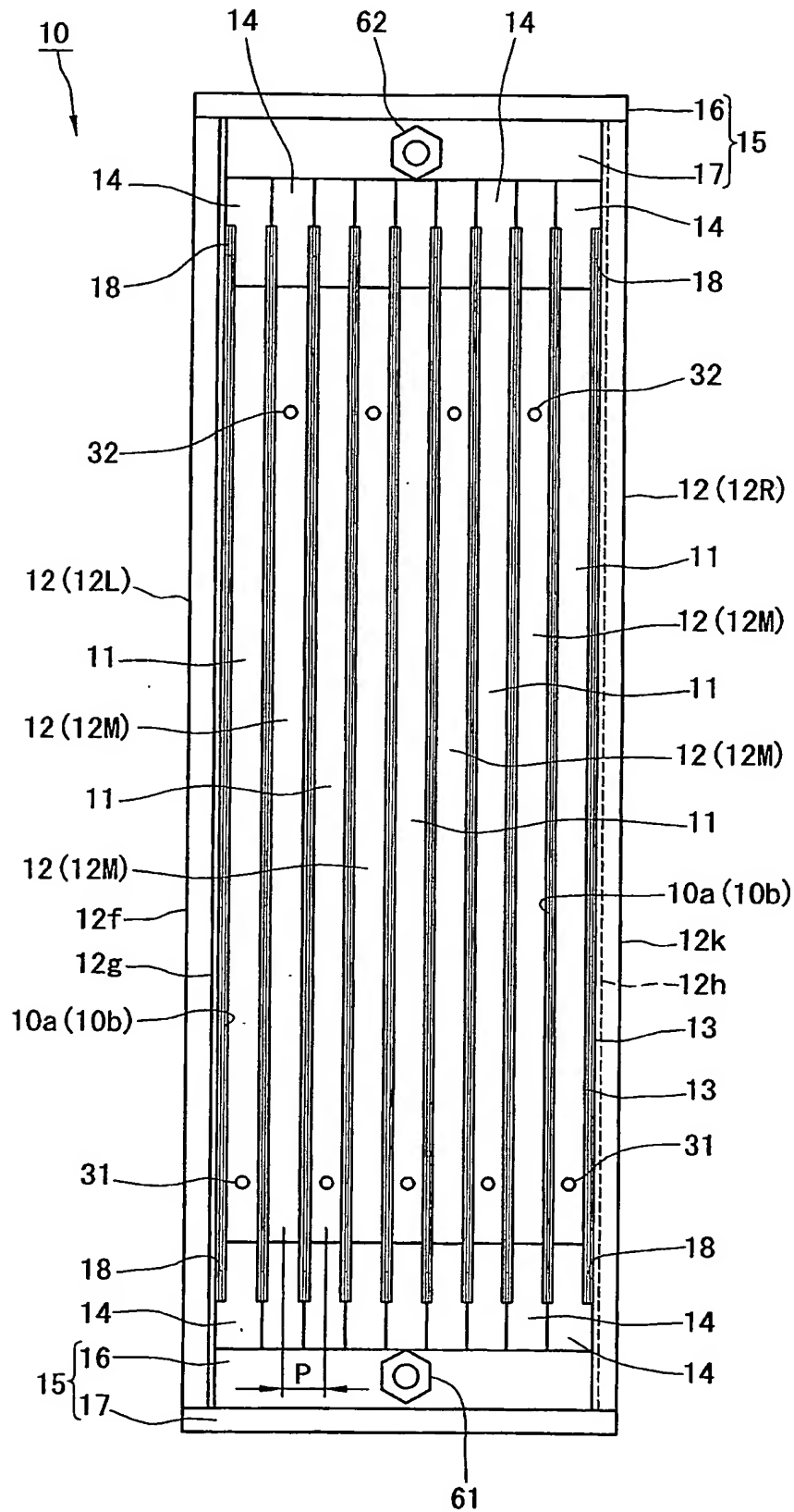
12a, 12b, 12c, 10f 冷媒路 (温調路)

【書類名】 図面

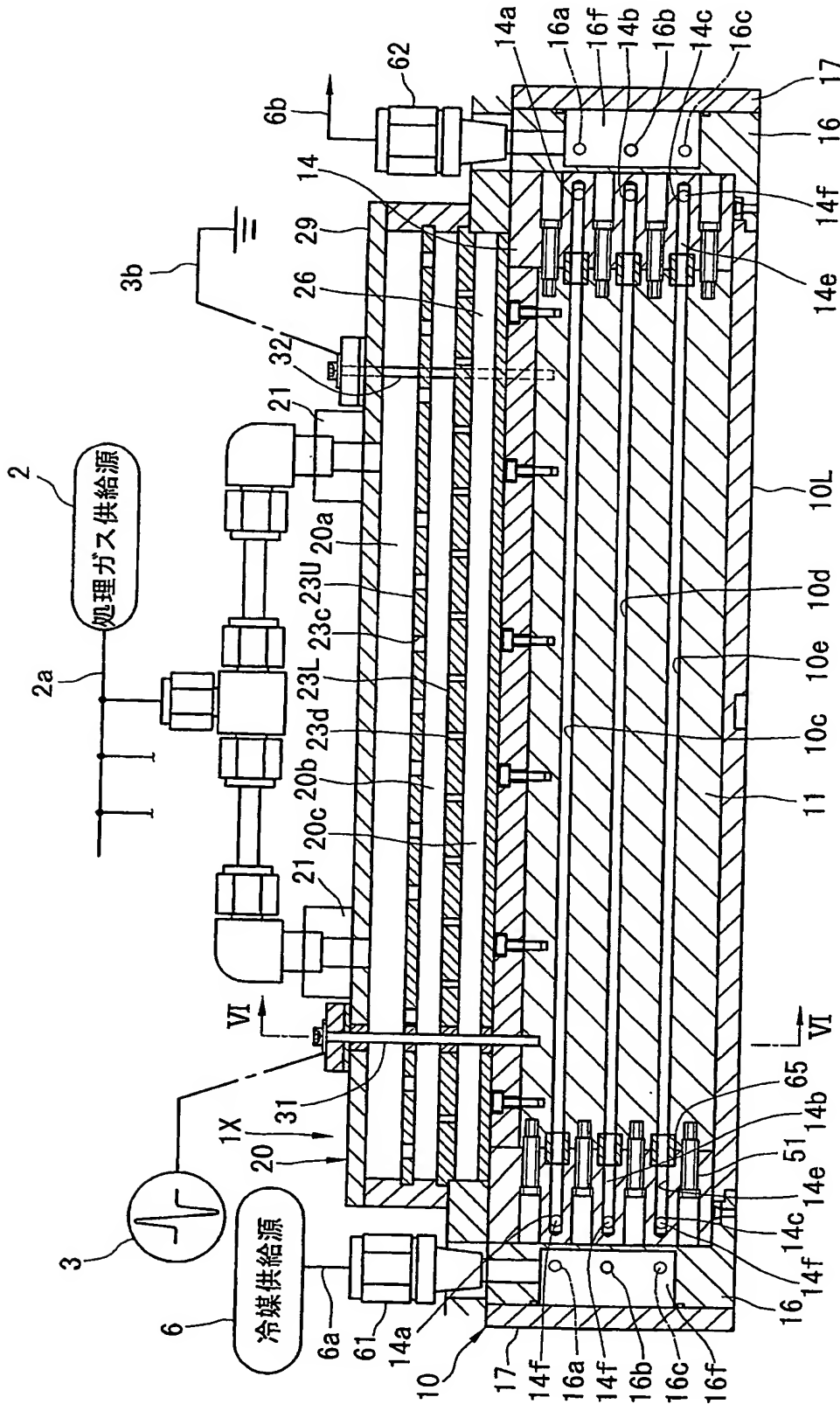
【図 1】



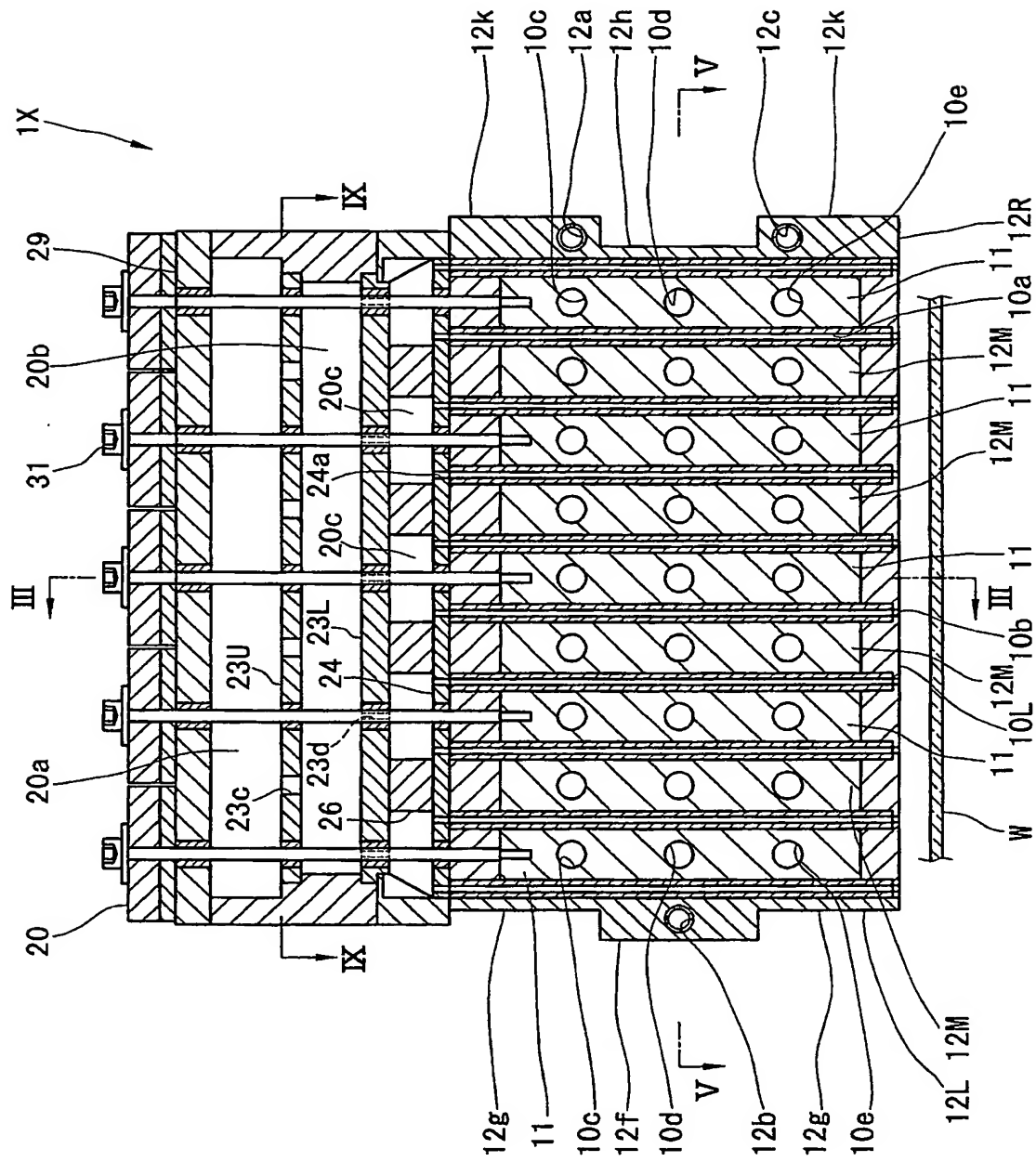
【図 2】



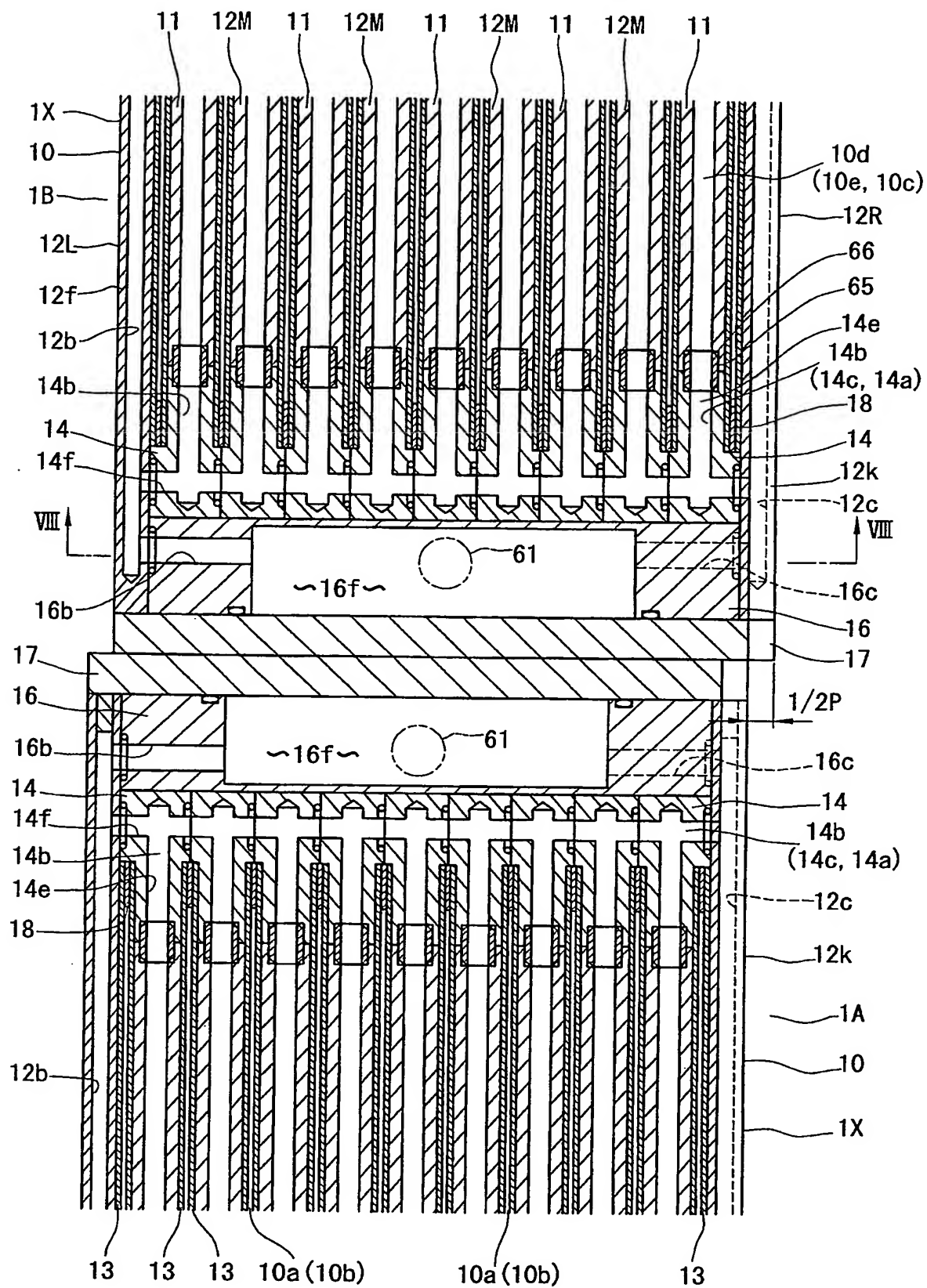
【図3】



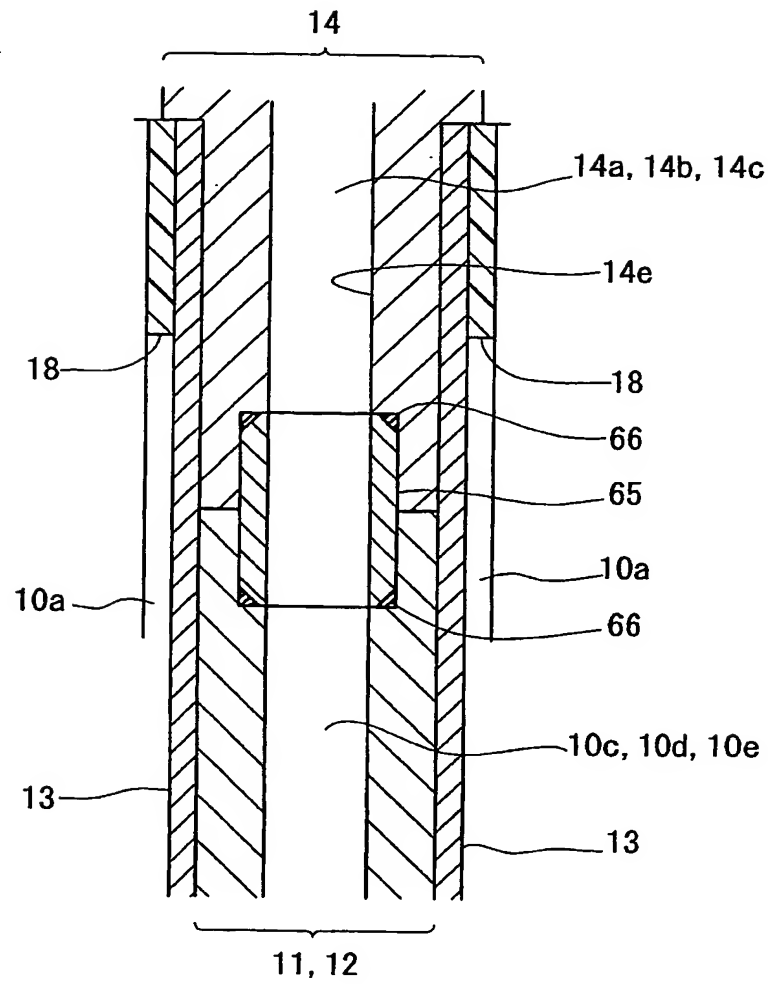
【図4】



【圖 5】

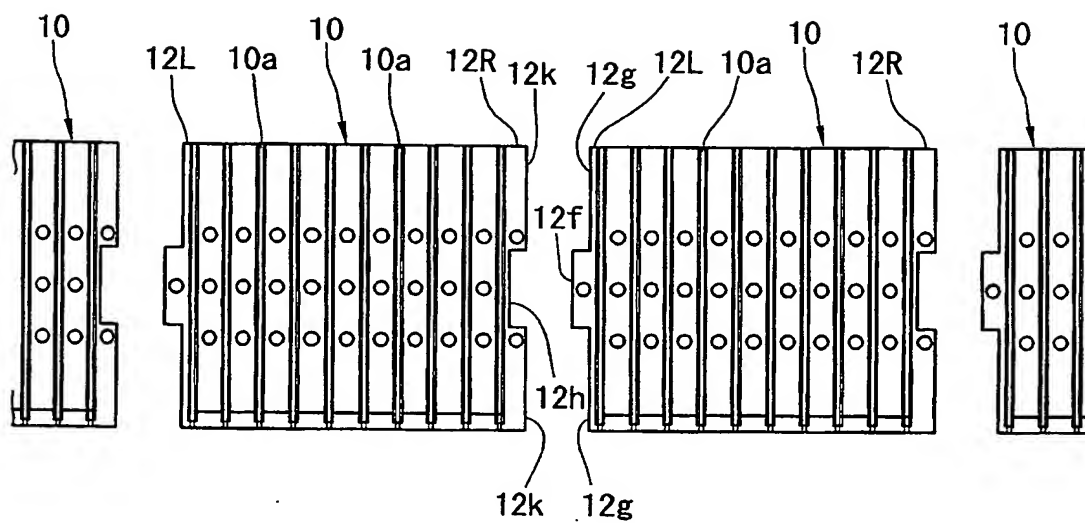


【図 6】

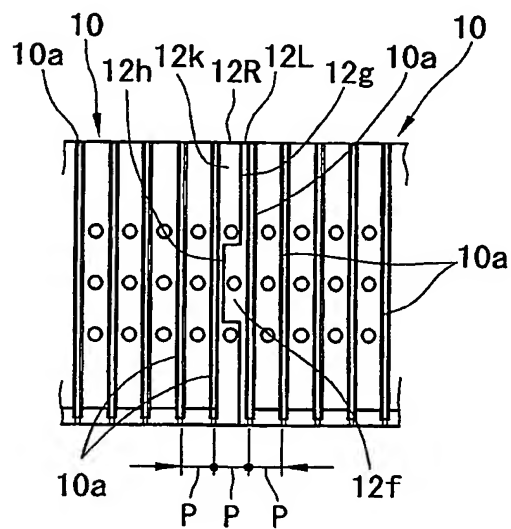


【図 7】

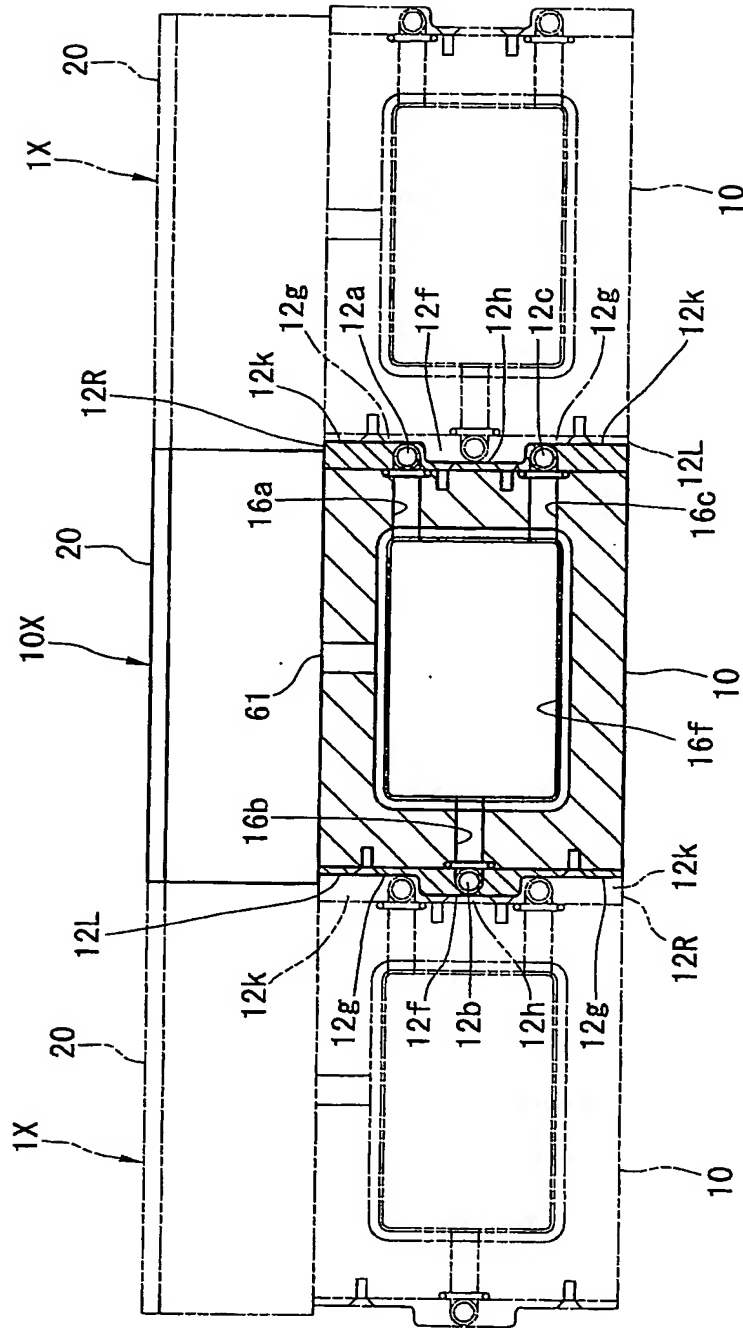
(a)



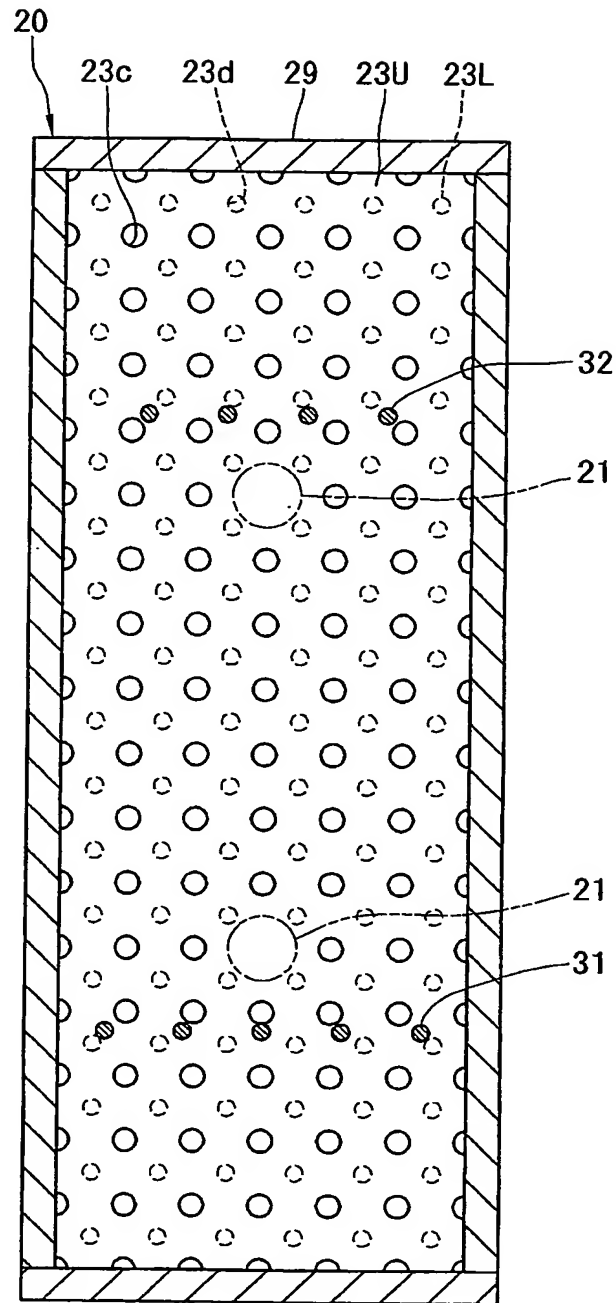
(b)



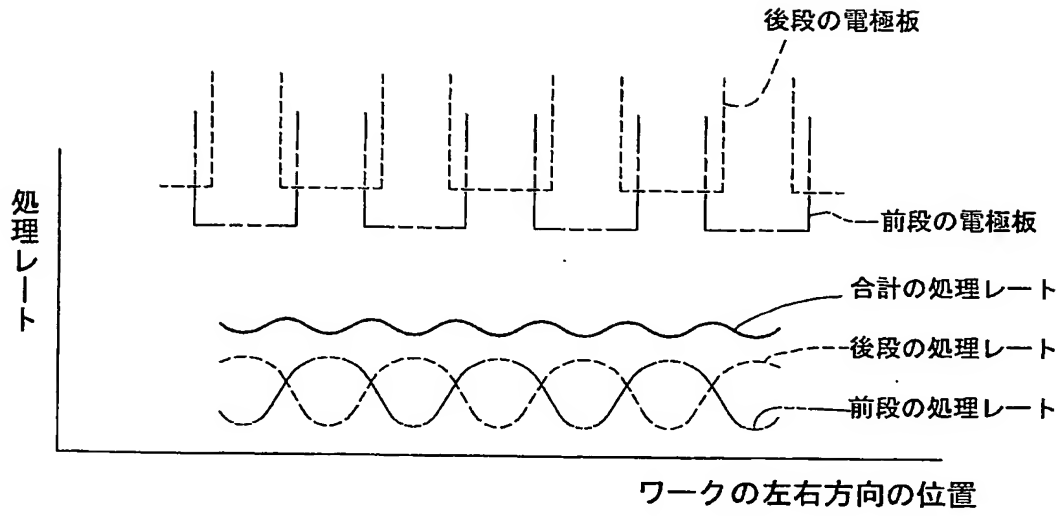
【図8】



【図 9】

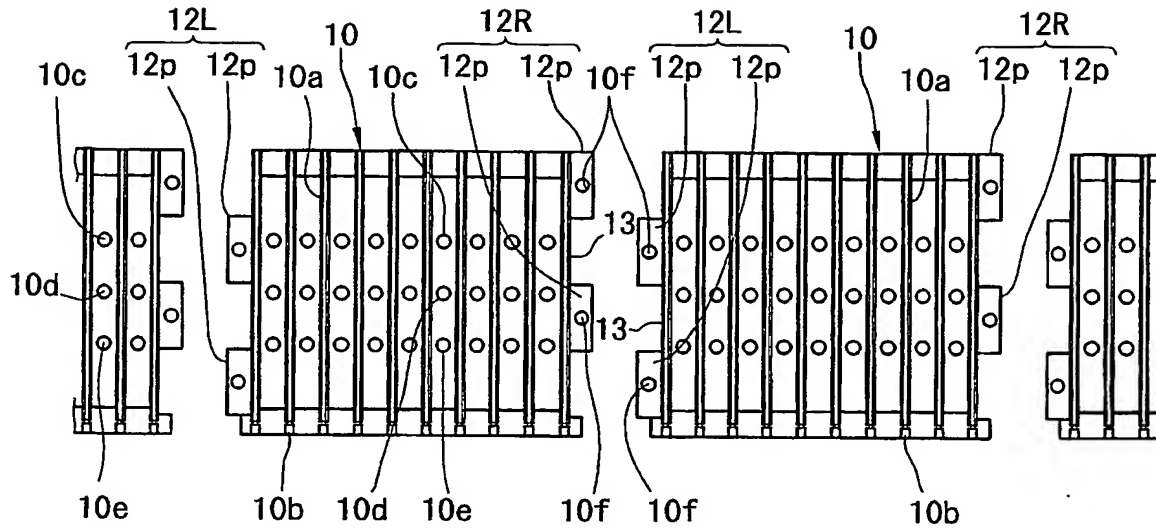


【図 10】

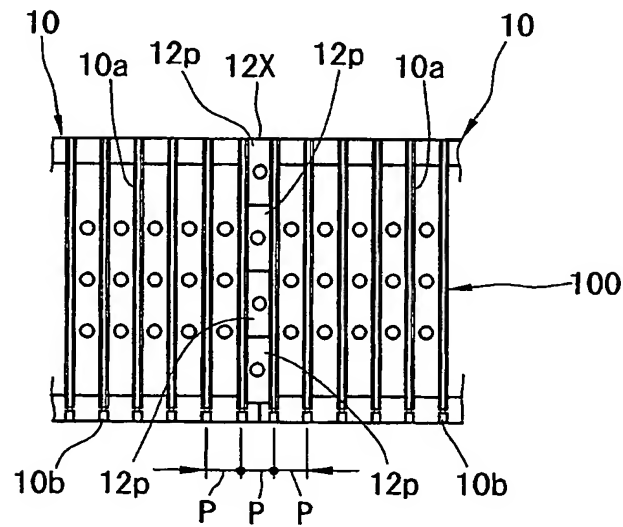


【図 11】

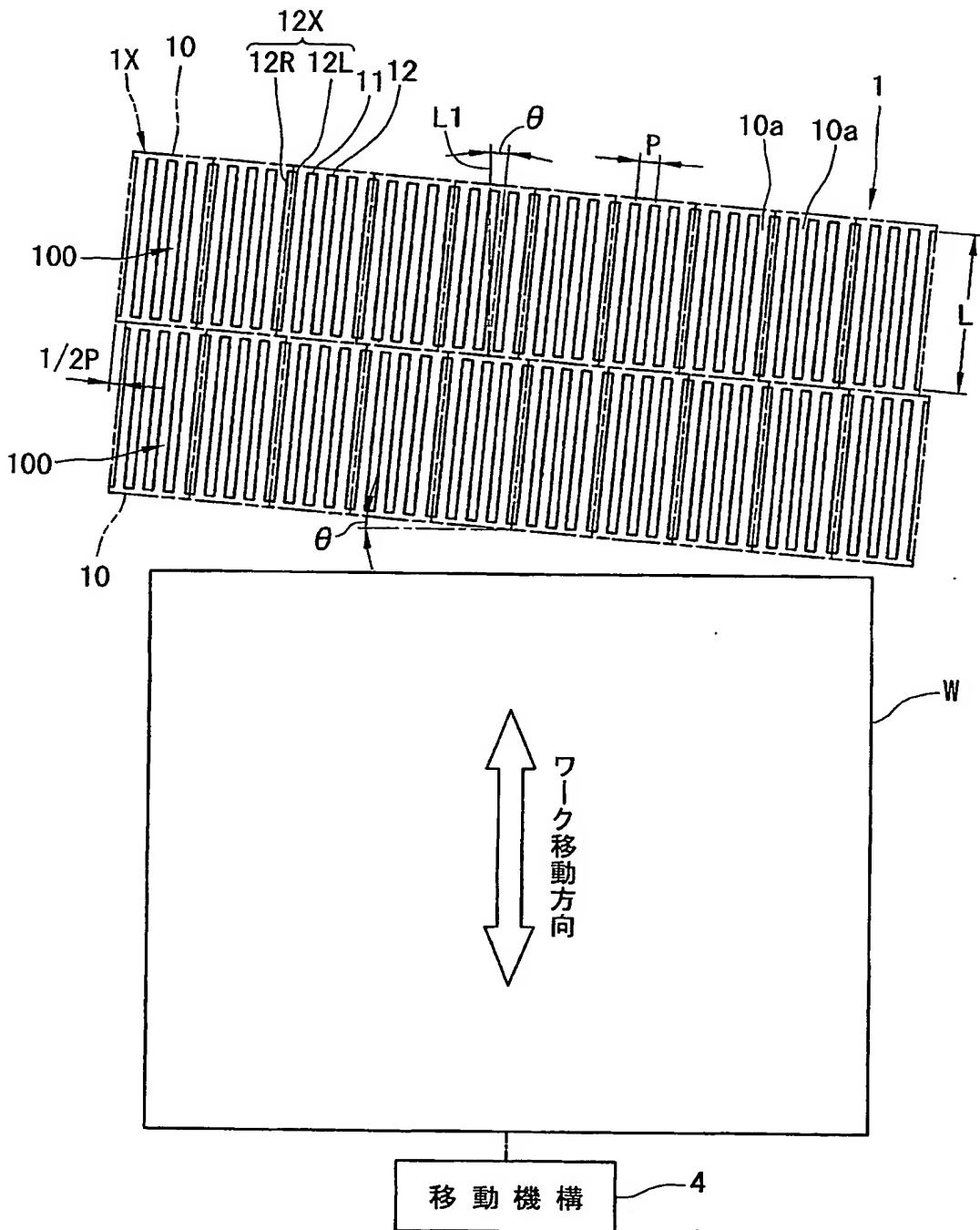
(a)



(b)



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラズマ処理装置において、被処理物の大きさに柔軟に対応可能な電極構造を提供する。

【解決手段】 電極モジュール 10 を左右に複数並設する。各電極モジュールは、左右に並設された複数の電極部材 11, 12 を有し、隣り合う電極部材の間にプラズマ化空間となる間隙 10a が形成されている。左右に隣り合う 2 つの電極モジュールにおいて、左側のものの右端の電極部材 12R と、右側のものの左端電極部材 12L とが合わさることによって、1 の合体電極部材 12X が構成されている。合体電極部材は、他の電極部材 11, 12M と等厚であり、左右の電極モジュールの全電極部材が、互いに等ピッチをなしている。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 4 - 1 2 7 3 1 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 7 4]

1. 変更年月日
[変更理由]
住 所
氏 名

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
新規登録
大阪府大阪市北区西天満 2 丁目 4 番 4 号
積水化学工業株式会社